

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-189852

(43)Date of publication of application : 13.07.1999

---

(51)Int.Cl. C22C 38/00  
C21D 6/00  
C22C 38/56

---

(21)Application number : 10-287874 (71)Applicant : CRUCIBLE MATERIALS  
CORP

(22)Date of filing : 09.10.1998 (72)Inventor : WOJCIESZYNSKI ANDRZEJ  
L  
STASKO WILLIAM

---

(30)Priority

Priority number : 97 949497 Priority date : 14.10.1997 Priority country : US

---

(54) HIGH SPEED STEEL PRODUCED BY POWDER OR GOLD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a high speed steel having excellent high hardness and corrosion resistance and suitable for a gear cutting tool by making an alloy composition made of a specific composition prepared by combining W, Nb, V and Co.

SOLUTION: The high speed steel contains by wt.% C  $\leq$ 2.4-3.9, Mn of up to 0.8, Si of up to 0.8, Cr of 3.75-4.75, W of 9.0-11.5, Mo of 4.75-10.75, V of 4.0-10.0, Co of 8.5-16.0, selectively existing Nb of 2.0-4.0 and balance Fe. This composition contains preferably C $\leq$ 2.6-3.5, Cr of 3.75-4.75, W of 9.0-11.5, Mo of 9.50-10.75, V of 4.0-6.0, Co of 14.00-16.00 and Nb of 2.0-4.0. More preferably C $\leq$ 3.0-3.3, Mn of max. 0.5, Si of max. 0.5, Co of 4.2-4.6, W of 10.5-11.0, Mo of 1.0-10.5, V of 5.0-5.5, Co of 14.5-15.0 and Nb of 2.8-3.2.

---

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 06.03.2002

[Date of sending the examiner's decision  
of rejection]

[Kind of final disposal of application  
other than the examiner's decision of  
rejection or application converted  
registration]

[Date of final disposal for application]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-189852

(43) 公開日 平成11年(1999) 7月13日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

C 2 2 C 38/00

3 0 4

C 2 2 C 38/00

3 0 4

C 2 1 D 6/00

1 0 1

C 2 1 D 6/00

1 0 1 Z

C 2 2 C 38/56

C 2 2 C 38/56

審査請求 未請求 請求項の数15 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平10-287874

(22) 出願日 平成10年(1998)10月9日

(31) 優先権主張番号 08/949497

(32) 優先日 1997年10月14日

(33) 優先権主張国 米国 (U S)

(71) 出願人 591087769

クルーシブル マテリアルス コーポレイ  
ション

CRUCIBLE MATERIALS  
CORPORATION

アメリカ合衆国、ニューヨーク 13201、  
シーラキユース ステイト フェアー プ  
ルーバード、ビー・オー・ボックス 977

(74) 代理人 弁理士 桑原 英明

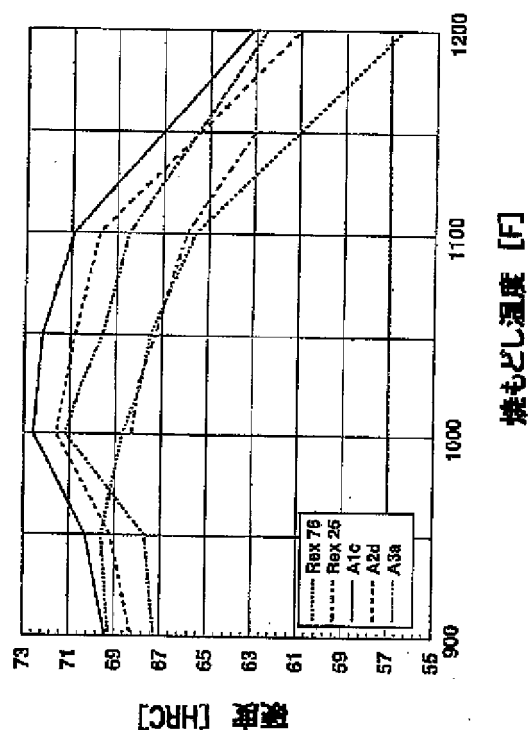
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 粉末や金により作られる高速鋼

(57) 【要約】

【課題】 歯切り工具等に適する高硬度にして高耐摩耗の粉末や金による高速鋼を提供する。

【解決手段】 粉末や金により作られる高速鋼はW, M o, VとC oの組合せ成分からなる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 重量%で、カーボン2.4～3.9、マンガン0.8迄、シリコン0.8迄、クロム3.75～4.75、タングステン9.0～11.5、モリブデン4.75～10.75、バナジウム4.0～10.0、コバルト8.5～16.0、選択的に存在するニオブ2.0～4.0、鉄バランス、および不可避不純物からなる粉末や金により作られる高速鋼。

【請求項2】 重量%で、カーボン2.6～3.5、クロム3.75～4.75、タングステン9.0～11.5、モリブデン9.5～10.75、バナジウム4.0～6.0、ニオブ2～4、コバルト14.0～16.0からなる請求項1記載の高速鋼。

【請求項3】 重量%で、カーボン3.0～3.3、マンガン最大0.5、シリコン最大0.5、クロム4.2～4.6、タングステン10.5～11.0、モリブデン10.0～10.5、バナジウム5.0～5.5、ニオブ2.8～3.2、コバルト14.5～15.0からなる請求項2記載の高速鋼。

【請求項4】 重量%で、カーボン2.4～3.2、クロム3.75～4.5、タングステン9.75～10.75、モリブデン6.75～8.25、バナジウム5.0～7.0、コバルト13.0～15.0からなる請求項1記載の高速鋼。

【請求項5】 重量%で、カーボン2.9～3.10、マンガン最大0.5、シリコン最大0.5、クロム3.9～4.2、タングステン10.0～10.5、モリブデン7.25～7.75、バナジウム6.0～6.5、コバルト14.0～14.5からなる請求項4記載の高速鋼。

【請求項6】 重量%で、カーボン2.9～3.9、クロム3.75～4.5、タングステン9.5～11.0、モリブデン4.75～6.0、バナジウム8.5～10.0、コバルト8.5～10.0からなる請求項1記載の高速鋼。

【請求項7】 重量%で、カーボン3.2～3.6、マンガン最大0.5、シリコン最大0.5、クロム3.9～4.2、タングステン10.0～10.5、モリブデン5～5.5、バナジウム9.0～9.5、コバルト9.0～9.5からなる請求項1記載の高速鋼。

【請求項8】 焼入れと焼もどし状態で70Rcの最小硬さをもつ請求項1～8記載の何れかの高速鋼。

【請求項9】 焼入れと焼もどし状態で70Rcの最小硬さ、1200°Fでの焼もどし後61Rcの最小硬さをもつ請求項1～8記載の何れかの高速鋼。

【請求項10】 最小硬さが72Rcの請求項8記載の高速鋼。

【請求項11】 1200°Fでの焼もどし後の最小硬さがRc63である請求項9記載の高速鋼。

【請求項12】 歯切り工具である請求項8記載の高速

鋼。

【請求項13】 歯切り工具である請求項9記載の高速鋼。

【請求項14】 加工物への表面処理のための請求項8記載の高速鋼。

【請求項15】 加工物への表面処理のための請求項9記載の高速鋼。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、高温での高硬度かつ耐摩耗に優れた粉末や金により作られた高速鋼に関し、特に詳述すれば、ホブのような歯切り工具の製造や非常に高い耐摩耗性を要求する他の工具分野の製造に使用する高速鋼に関する。

【0002】

【従来の技術】使用中の工具が、たとえば、1000°Fから1200°Fといった高温を受け、しかも、高硬度かつ耐摩耗性を要求される工具の分野では、これらの工具の製造にカーバイト（炭化物）材を用いるのが一般的である。しかし、カーバイト材は、望ましい工具形状、特に複雑な切削面を作ることが困難という欠点があり、かつじん性に劣ることが特徴となっている。劣るじん性は工具使用中にき裂や削られ易くさせる。これらの分野では、カーバイト材よりも高速鋼を採用することが好まれる。何故なら、高速鋼は希望する工具形状に切削するのが容易でありかつカーバイト材より高いじん性を示すからである。しかしながら、高速鋼はこれらの分野に用いられていない。その理由は、高速鋼が、通常カーバイト工具が用いられる高温で、必要な硬度と耐摩耗性を示さないからである。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的即ち課題は、ホブのような歯切り工具の製造や高耐摩耗性を要求する他の分野の工具の製造に使用される粉末や金で作られる高速鋼製品を提供することにある。本発明の材料はカーバイト切削工具分野にて用いられる高温で高い硬度を維持し、じん性や切削性の点から高速度鋼なみの利点をもつのである。

【0004】

【課題を解決するための手段】本発明は、高速鋼の粉末粒子を固めた粉末や金により作られた高速度鋼製品を提供して、本発明の課題を解決する。鋼は、炭素（C）2.4～3.9重量%、マンガン（Mn）0.8重量%迄、クロム（Cr）3.75～4.75重量%、タングステン（W）9.0～11.5重量%、モリブデン（Mo）4.75～10.75重量%、バナジウム（V）4.0～10.0重量%、コバルト（Co）8.5～16.0重量%、選択的に存在するニオブ（Nb）2.0～4.0重量%、鉄（バランス）および不可避の不純物からなる。

【0005】次の表1は本発明による好ましいおよびより好ましい高速鋼の成分を重量%で示すものである。 \* 【0006】

【表1】

成分	合金 NO. 1		合金 NO. 2		合金 NO. 3	
	好ましい	より好ましい	好ましい	より好ましい	好ましい	より好ましい
C	2.60-3.50	3.00-3.30	2.40-3.20	2.90-3.10	2.90-3.90	3.20-3.60
Mn	Max. 0.8	Max. 0.5	Max. 0.8	Max. 0.5	Max. 0.8	Max. 0.5
Si	Max. 0.8	Max. 0.5	Max. 0.8	Max. 0.5	Max. 0.8	Max. 0.5
Cr	3.75-4.75	4.2-4.6	3.75-4.50	3.90-4.20	3.75-4.50	3.90-4.20
W	9.0-11.5	10.5-11	9.75-10.75	10-10.5	9.50-11.00	10.00-10.50
Mo	9.50-10.75	10.00-10.50	6.75-8.25	7.25-7.75	4.75-6.00	5.00-5.50
V	4.0-6.0	5-5.5	5.0-7.0	6-8.5	8.50-10.00	9.00-9.50
Nb	2.0-4.0	2.8-3.2	-	-	-	-
Co	14.00-16.00	14.50-15.00	13.00-15.00	14-14.5	8.50-10.00	9.00-9.50

【0007】本発明による製品は、焼入れと焼もどし状態で70RCの最大硬度をもち、かつ好ましくは1200° Fの焼もどし後61RCの最小硬度をもつ、好ましくは、焼入れと焼もどし状態での最小硬度は72RCであり、1200° Fでの焼もどし後の硬度は63RCである。本発明による製品、部品は、ホブのような歯切り工具や加工物上の表面仕切工具等である。

【0008】

【発明の実施の形態】本発明による製品のテスト目的で、粉末や金により作られた製品が表2に示す成分（重量%で示す）で作られた。

【0009】

【表2】

合金	C	Mn	Si	Cr	W	Mo	V	Nb	Co	Ti	Al	P	S	O	N
Rex 76	1.52	0.32	0.32	3.79	9.72	5.31	3.14	-	8.22	-	-	0.015	0.059	0.009	0.031
Rex 25	1.78	0.33	0.43	3.94	12.6	6.52	5.1	0.02	0.34	0.004	-	0.017	0.062	-	0.046
M25a	1.93	0.33	0.43	3.94	12.6	6.52	5.1	0.02	0.34	0.004	-	0.017	0.062	-	0.046
M25b	2.05	0.33	0.43	3.94	12.6	6.52	5.1	0.02	0.34	0.004	-	0.017	0.062	-	0.046
M2511a	1.89	0.26	0.76	4.2	11.91	10.95	5.01	-	-	-	-	-	-	0.005	0.03
M2511b	2.19	0.26	0.76	4.2	11.91	10.95	5.01	-	-	-	-	-	-	0.005	0.03
M2511c	2.34	0.26	0.76	4.2	11.91	10.95	5.01	-	-	-	-	-	-	0.005	0.03
M2511d	2.44	0.26	0.76	4.2	11.91	10.95	5.01	-	-	-	-	-	-	0.005	0.03
M766a	2.23	0.47	0.38	3.88	10.01	5.1	6.07	-	9.11	-	-	0.01	0.006	0.029	0.05
M766b	2.33	0.47	0.38	3.88	10.01	5.1	6.07	-	9.11	-	-	0.01	0.006	0.029	0.05
M766c	2.53	0.47	0.38	3.88	10.01	5.1	6.07	-	9.11	-	-	0.01	0.006	0.029	0.05
M769a	2.97	0.47	0.35	3.94	10.19	5.2	9.12	-	9.17	-	-	0.01	0.005	0.011	0.039
M769b	3.12	0.47	0.35	3.94	10.19	5.2	9.12	-	9.17	-	-	0.01	0.005	0.011	0.039
E1a	2.24	0.42	0.50	3.96	12.15	6.75	5.04	2.59	5.99	-	-	0.01	0.004	0.009	0.041
E1b	2.39	0.42	0.50	3.96	12.15	6.75	5.04	2.59	5.99	-	-	0.01	0.004	0.009	0.041
E2a	1.80	0.42	0.51	4.04	6.11	9.86	3.07	1.97	11.96	-	0.52	0.01	0.006	0.009	0.021
E2b	1.95	0.42	0.51	4.04	6.11	9.86	3.07	1.97	11.96	-	0.52	0.01	0.006	0.009	0.021
E3a	2.19	0.42	0.51	3.98	4.96	10.10	4.90	2.53	7.83	-	-	0.01	0.005	0.008	0.042
E3b	2.34	0.42	0.51	3.98	4.96	10.10	4.90	2.53	7.83	-	-	0.01	0.005	0.008	0.042
E4a	2.34	0.42	0.50	4.00	5.00	10.22	4.01	2.45	7.85	0.51	0.71	0.01	0.005	0.009	0.044
E4b	2.39	0.42	0.50	4.00	5.00	10.22	4.01	2.45	7.85	0.51	0.71	0.01	0.005	0.009	0.044
E6a	3.04	0.58	0.67	4.00	10.04	6.00	9.98	-	17.81	-	-	0.01	0.011	0.01	0.035
E6b	3.54	0.58	0.67	4.00	10.04	6.00	9.98	-	17.81	-	-	0.01	0.011	0.01	0.035
E7	2.46	0.56	0.56	4.04	9.06	10.11	4.47	2.50	14.69	-	-	0.01	0.013	0.008	0.017
A1a	2.66	0.56	0.56	4.04	9.06	10.11	4.47	2.50	14.69	-	-	0.01	0.013	0.008	0.017
A1b	2.96	0.56	0.56	4.04	9.06	10.11	4.47	2.50	14.69	-	-	0.01	0.013	0.008	0.017
A1c	3.02	0.44	0.44	4.41	10.99	10.2	5.22	3.08	14.96	-	-	0.016	0.014	0.01	0.021
A1d	3.27	0.44	0.44	4.41	10.99	10.2	5.22	3.08	14.96	-	-	0.016	0.014	0.01	0.021
A2a	2.44	0.58	0.54	3.90	10.05	7.59	5.31	-	13.97	-	-	0.01	0.011	0.009	0.017
A2b	2.59	0.58	0.54	3.90	10.05	7.59	5.31	-	13.97	-	-	0.01	0.011	0.009	0.017
A2c	2.74	0.58	0.54	3.90	10.05	7.59	5.31	-	13.97	-	-	0.01	0.011	0.009	0.017
A2d	2.82	0.43	0.42	3.98	10.43	7.44	6.35	-	14.15	-	-	0.008	0.012	0.011	0.024
A2e	3.07	0.43	0.42	3.98	10.43	7.44	6.35	-	14.15	-	-	0.008	0.012	0.011	0.024
A3a	3.37	0.47	0.35	3.94	10.19	5.2	9.12	-	9.17	-	-	0.01	0.005	0.011	0.039
A3b	3.47	0.47	0.35	3.94	10.19	5.2	9.12	-	9.17	-	-	0.01	0.005	0.011	0.039
A3c	3.57	0.47	0.35	3.94	10.19	5.2	9.12	-	9.17	-	-	0.01	0.005	0.011	0.039

【0010】テストのための製品は、表2に示す成分を有し、通常の粉末や金手法により作られる。通常の粉末や金手法は、チッ素ガス噴霧法によりブレアロイ粉（噴霧合金粉）を作り、これをホットアイソレーティング法（熱間静水圧成形）により高密度に圧縮させるものを含む。表2に示すサンプルは、オイルで焼入れし、かつ表3に示した温度で、各2時間毎を4回焼もどしをしオーステナイト化させた。サンプルはこれらの温度での焼も

どし後硬度を測定した。耐摩耗性は、ピン摩耗テストおよびクロスシリンダテストにより、表4に報告した如く決められた。曲げ破壊強度とシャルピーC-ノッチ衝撃じん性強度は、表4に示した焼もどし温度と硬化温度を使用する熱処理後、サンプルの長手方向と横方向で決定された。

【0011】

【表3】

超高硬度分野の合金の焼もどし応答性								
合金	焼もどし応答性* - Rc 硬度							
	オーステナイト°F	950°F	1000°F	1025°F	1050°F	1100°F	1150°F	1200°F
Rex 78	2200	66.9	68.9	-	66.5	65.9	-	57.0
Rex 25	2250	67.8	67.8	-	66.1	64.4	-	55.7
M25a	2225	68.4	68.5	-	66.7	65.2	-	56.6
M25b	2225	67.4	68.4	-	67.8	65.7	-	57.2
M2511a	2250	69.1	68.8	68.1	-	-	63.2	-
M2511b	2250	66.7	69.2	69.7	-	-	66.4	-
M2511c	2225	66.7	68.6	69.2	-	-	66.6	-
M2511d	2225	64.2	67.5	68.7	-	-	65.3	-
M766a	2200	70.0	70.2	-	68.7	66.8	-	57.1
M766b	2200	69.7	70.1	-	69.2	67.5	-	58.2
M766c	2175	69.3	69.8	-	-	-	-	-
M769a	2200	70.2	69.8	-	67.9	66.4	-	56.2
M769b	2175	70.2	70.0	-	-	-	-	-
E1a	2200	69.3	68.2	-	67.2	62.2	-	52.4
E1b	2200	69.3	69.4	-	67.4	62.9	-	55.8
E2b	2200	70.4	69.8	-	68.1	63.9	-	53.6
E3a	2200	66.9	67.5	-	65.4	61.4	-	53.9
E3b	2200	69.2	68.2	-	66.4	64.9	-	53.9
E4a	2200	69.1	68.9	-	67.6	62.2	-	54.9
E4b	2200	69.0	69.9	-	67.2	63.9	-	55.0
E6a	2225	70.1	68.9	-	67.8	66.1	-	60.6
E6b	2225	71.7	70.7	-	69.5	67.1	-	59.3
E7	2225	72.2	70.3	-	70.4	67.6	-	57.5
A1a	2240	71.7	72.3	-	70.8	68.9	-	62.5
A1b	2225	68.9	71.3	-	71.1	70.0	-	63.8
A1c	2200	70.3	72.6	-	72.2	70.9	-	63.1
A1d	2200	70	72.3	-	72.6	70.9	-	63.8
A2a	2225	71.8	71.0	-	70.8	68.5	-	60.9
A2b	2200	69.5	71.4	-	71.0	68.8	-	60.3
A2c	2200	67.5	70.9	-	70.5	68.8	-	60.3
A2d	2200	69.2	71.6	-	70.8	69.9	-	62.3
A2e	2200	69.4	71.4	-	71.4	69.3	-	62.6
A3a	2240	67.7	71.2	-	69.6	68.5	-	62.5
A3b	2240	66.2	69.2	-	70.2	68.9	-	62.5
A3c	2240	68.7	70.2	-	70.0	68.1	-	62.6
* 決められた温度で2時間を4回くりかえす焼きもどし後の硬度								

超高硬度分野の選択された合金のシャルピーC-ノッチ衝撃エネルギー、曲げ破壊強度、耐摩耗性							
合金	熱処理 オーステナイト/温度 (°F/°F)	C-ノッチエネルギー (ft. lbs.)		曲げ破壊強度 (ksi)		ピン摩耗 (mg)	クロスシリンダ 10 <sup>11</sup> psi
		長手方向	横方向	長手方向	横方向		
REX 76	2175/1025	11	6.5	576	390	39.3	42
REX 25	2250/1025	9.5		531			
E6a	2250/1025	4.7	3.7	360	300		
E6b	2240/1025	2.7	2.2	253	228	9.3	104
E7	2225/1025	3.8	3.5	321	154	15	71
A1c	2200/1025	1.7	1.6	196	158.0	2.2	73
A2a	2200/1025	2.6	2.6	294	218	4.9	77
A2d	2200/1025	2.0	1.7	219	163	2.9	81
A3a	2225/1025	3.8	3.3	292	231	2.1	102

【0013】合金A1a-A1d, A2a-A2e, A3a-A3cは、本発明による複合金である。本発明によるA1, A2とA3の一連の合金は、表3に記した焼もどし応答性のデータおよび図1にグラフで示したデータから明らかな如く、既存の市販品の合金に対して1200°F迄の焼もどし温度で優れた硬度を示した。同様に、表4に示した如く、本発明によるサンプルA1c, A2a, A2dとA3aは、ピン摩耗とクロスシリンダテストによりわかる如く優れた耐摩耗性を示した。これ\*

\*らの本発明の合金の内、合金A1は焼もどし応答性と耐摩耗性の最良の組合せを示した。合金A2は1200°Fでの焼もどし後わずかに低い硬さを示したが、合金A1より多少改良されたじん性と曲げ破壊強度を示した。表4と図1に示される如く、本発明の合金の全ては既存の合金よりも優れた焼もどし応答性、じん性および耐摩耗性の改良された組合せを示した。

【0014】

【表5】

CPMReX76と新しい合金の熱間硬度								
合金	テスト温度 (°F)							
	75	950	1000	1050	1100	1150	1200	1300
REX 76	67.5	60	59.5	59	58	52.5	46.5	-
A1c	73.5	-	64.5	-	63	-	57.5	39
A2d	72	-	63	-	60	-	56	38.5
A2a	72	-	62.5	-	60	-	56	39
A3a	71.5	-	61	-	58.5	-	53	33.5

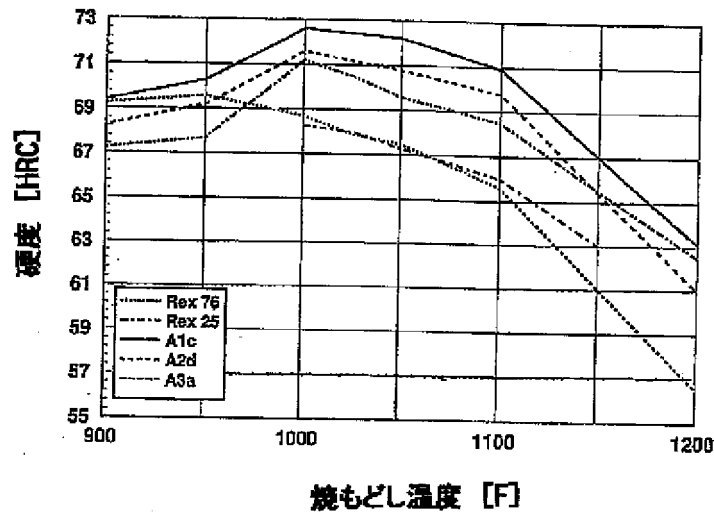
【0015】表5と図2は既存の市販合金のReX76と比較しての本発明の合金A1c, A2d, A2cとA3aの高温即ち熱間硬度値を示す。このデータから明らかな如く、本発明による合金の全てが、既存の市販合金に比し、1300°F迄の高温で改良された硬さを示した。本明細書に述べた全ての成分は、特に別の表示がない限り、重量%で示す。

【図面の簡単な説明】

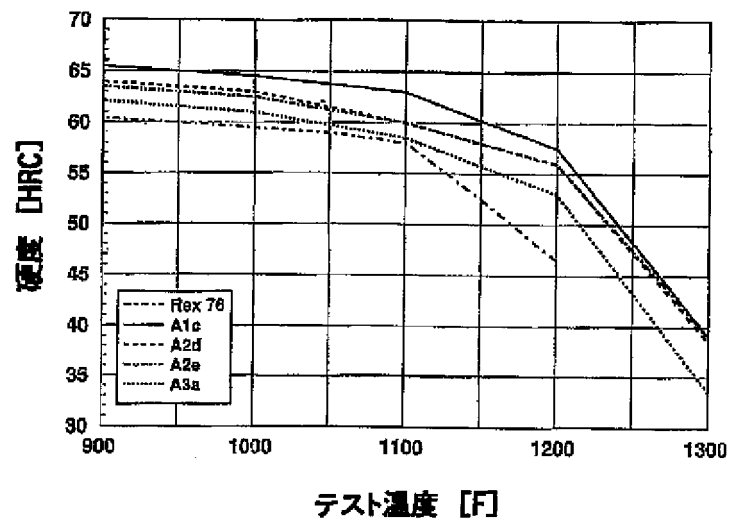
【図1】従来の粉末や金により作られた合金と比較しての本発明の合金の焼もどし応答性を示すグラフ図である。

【図2】従来の粉末や金により作られた合金と比較しての本発明の合金の高温硬度を示すグラフ図である。

【図1】



【図2】



フロントページの続き

(72)発明者 アンドレイ エル. ウオシエツィンスキ  
 イー  
 アメリカ合衆国、ペンシルヴァニア  
 15241 ピッツバーグ サテライト サー  
 クル 1197

(72)発明者 ウィリアム スタスコ  
 アメリカ合衆国、ペンシルヴァニア  
 15120 ウェスト ホームステッド ドッ  
 グウッド プレイス 3400



【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第3部門第4区分

【発行日】平成14年6月4日(2002.6.4)

【公開番号】特開平11-189852

【公開日】平成11年7月13日(1999.7.13)

【年通号数】公開特許公報11-1899

【出願番号】特願平10-287874

【国際特許分類第7版】

C22C 38/00 304

C21D 6/00 101

C22C 38/56

【FI】

C22C 38/00 304

C21D 6/00 101 Z

C22C 38/56

【手続補正書】

【提出日】平成14年3月6日(2002.3.6)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正内容】

【書類名】明細書

【発明の名称】粉末冶金により作られる高速鋼

【特許請求の範囲】

【請求項1】 重量%で、カーボン2.4~3.9、マンガン0.8迄、シリコン0.8迄、クロム3.75~4.75、タングステン9.0~11.5、モリブデン4.75~10.75、バナジウム4.0~10.0、コバルト8.5~16.0、選択的に存在するニオブ2.0~4.0、鉄バランス、および不可避不純物からなる前もって合金化された粉末冶金により作られる高速鋼。

【請求項2】 重量%で、カーボン2.6~3.5、クロム3.75~4.75、タングステン9.0~11.5、モリブデン9.5~10.75、バナジウム4.0~6.0、ニオブ2~4、コバルト14.0~16.0からなる請求項1記載の高速鋼。

【請求項3】 重量%で、カーボン3.0~3.3、マンガン最大0.5、シリコン最大0.5、クロム4.2~4.6、タングステン10.5~11.0、モリブデン10.0~10.5、バナジウム5.0~5.5、ニオブ2.8~3.2、コバルト14.5~15.0からなる請求項2記載の高速鋼。

【請求項4】 重量%で、カーボン2.4~3.2、クロム3.75~4.5、タングステン9.75~10.75、モリブデン6.75~8.25、バナジウム5.0~7.0、コバルト13.0~15.0からなる請求

項1記載の高速鋼。

【請求項5】 重量%で、カーボン2.9~3.10、マンガン最大0.5、シリコン最大0.5、クロム3.9~4.2、タングステン10.0~10.5、モリブデン7.25~7.75、バナジウム6.0~6.5、コバルト14.0~14.5からなる請求項4記載の高速鋼。

【請求項6】 重量%で、カーボン2.9~3.9、クロム3.75~4.5、タングステン9.5~11.0、モリブデン4.75~6.0、バナジウム8.5~10.0、コバルト8.5~10.0からなる請求項1記載の高速鋼。

【請求項7】 重量%で、カーボン3.2~3.6、マンガン最大0.5、シリコン最大0.5、クロム3.9~4.2、タングステン10.0~10.5、モリブデン5~5.5、バナジウム9.0~9.5、コバルト9.0~9.5からなる請求項1記載の高速鋼。

【請求項8】 焼入れと焼もどし状態で70Rcの最小硬さをもつ請求項1~8記載の何れかの高速鋼。

【請求項9】 焼入れと焼もどし状態で70Rcの最小硬さ、1200°Fでの焼もどし後61Rcの最小硬さをもつ請求項1~8記載の何れかの高速鋼。

【請求項10】 最小硬さが72Rcの請求項8記載の高速鋼。

【請求項11】 1200°Fでの焼もどし後の最小硬さがRc63である請求項9記載の高速鋼。

【請求項12】 歯切り工具である請求項8記載の高速鋼。

【請求項13】 歯切り工具である請求項9記載の高速鋼。

【請求項14】 加工物への表面処理のための請求項8記載の高速鋼。

【請求項15】 加工物への表面処理のための請求項9記載の高速鋼。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、高温での高硬度かつ耐摩耗に優れた粉末冶金により作られた高速鋼に関し、特に詳述すれば、ホブのような歯切り工具の製造や非常に高い耐摩耗性を要求する他の工具分野の製造に使用するに適する高速鋼に関する。

【0002】

【従来の技術】使用中の工具が、たとえば、1000°Fから1200°Fといった高温を受け、しかも、高硬度かつ耐摩耗性を要求される工具の分野では、これらの工具の製造にカーバイト（炭化物）材を用いるのが一般的である。しかし、カーバイト材は、望ましい工具形状、特に複雑な切削面を作ることが困難という欠点があり、かつじん性に劣ることが特徴となっている。劣るじん性は工具を使用中にき裂や削られ易くさせる。これらの分野では、カーバイト材よりも高速鋼を採用することが好まれる。何故なら、高速鋼は希望する工具形状に切削するのが容易でありかつカーバイト材より高いじん性を示すからである。しかしながら、高速鋼はこれらの分野に用いられていない。その理由は、高速鋼が、通常カーバイト工具が用いられる高温で、必要な硬度と耐摩耗性を示さないからである。

\* 【0003】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的即ち課題は、ホブのような歯切り工具の製造や高耐摩耗性を要求する他の分野の工具の製造に使用される粉末冶金で作られる高速鋼製品を提供することにある。本発明の材料はカーバイト切削工具分野にて用いられる高温で高い硬度を維持し、じん性や切削性の点から高速度鋼なみの利点をもつのである。

【0004】

【課題を解決するための手段】本発明は、高速鋼の粉末粒子を固めた粉末冶金により作られた高速度鋼製品を提供して、本発明の課題を解決する。鋼は、炭素（C）2.4～3.9重量%、マンガン（Mn）0.8重量%迄、クロム（Cr）3.75～4.75重量%、タングステン（W）9.0～11.5重量%、モリブデン（Mo）4.75～10.75重量%、バナジウム（V）4.0～10.0重量%、コバルト（Co）8.5～16.0重量%、選択的に存在するニオブ（Nb）2.0～4.0重量%、鉄（バランス）および不可避免的不純物からなる。

【0005】次の表1は本発明による好ましいおよびより好ましい高速鋼の成分を重量%で示すものである。

【0006】

【表1】

成分	合金 NO. 1		合金 NO. 2		合金 NO. 3	
	好ましい	より好ましい	好ましい	より好ましい	好ましい	より好ましい
C	2.60-3.60	3.00-3.30	2.40-3.20	2.90-3.10	2.90-3.90	3.20-3.60
Mn	Max. 0.8	Max. 0.5	Max. 0.8	Max. 0.5	Max. 0.8	Max. 0.5
Si	Max. 0.8	Max. 0.5	Max. 0.8	Max. 0.5	Max. 0.8	Max. 0.5
Cr	3.75-4.75	4.2-4.6	3.75-4.50	3.90-4.20	3.75-4.50	3.90-4.20
W	9.0-11.5	10.5-11.	9.75-10.75	10-10.5	9.50-11.00	10.00-10.50
Mo	9.50-10.75	10.00-10.50	6.75-8.25	7.25-7.75	4.75-6.00	5.00-5.50
V	4.0-6.0	5-5.5	5.0-7.0	6-6.5	8.50-10.00	9.00-9.50
Nb	2.0-4.0	2.8-3.2	-	-	-	-
Co	14.00-16.00	14.50-15.00	13.00-15.00	14-14.5	8.50-10.00	9.00-9.50

【0007】本発明による製品は、焼入れと焼もどし状態で70Rcの最大硬度をもち、かつ好ましくは1200°Fの焼もどし後61Rcの最小硬度をもち、好ましくは、焼入れと焼もどし状態での最小硬度は72Rcであり、1200°Fでの焼もどし後の硬度は63Rcである。本発明による製品、部品は、ホブのような歯切り工具や加工物上の表面仕切工具等である。

【0008】

【発明の実施の形態】本発明による製品のテスト目的で、粉末冶金により作られた製品が表2に示す成分（重量%で示す）で作られた。

【0009】

【表2】

合金	C	Mn	Si	Cr	W	Mo	V	Nb	Co	Ti	Al	P	S	O	N
Rex 76	1.52	0.32	0.32	3.79	9.72	5.31	3.14	-	8.22	-	-	0.015	0.059	0.009	0.031
Rex 25	1.78	0.33	0.43	3.94	12.6	6.52	5.1	0.02	0.34	0.004	-	0.017	0.062	-	0.046
M25a	1.93	0.33	0.43	3.94	12.6	6.52	5.1	0.02	0.34	0.004	-	0.017	0.062	-	0.046
M25b	2.03	0.33	0.43	3.94	12.6	6.52	5.1	0.02	0.34	0.004	-	0.017	0.062	-	0.046
M2511a	1.89	0.26	0.76	4.2	11.91	10.95	5.01	-	-	-	-	-	-	0.005	0.03
M2511b	2.19	0.26	0.76	4.2	11.91	10.95	5.01	-	-	-	-	-	-	0.005	0.03
M2511c	2.34	0.26	0.76	4.2	11.91	10.95	5.01	-	-	-	-	-	-	0.005	0.03
M2511d	2.44	0.26	0.76	4.2	11.91	10.95	5.01	-	-	-	-	-	-	0.005	0.03
M766a	2.23	0.47	0.38	3.88	10.01	5.1	5.07	-	9.11	-	-	0.01	0.006	0.029	0.05
M766b	2.33	0.47	0.38	3.88	10.01	5.1	5.07	-	9.11	-	-	0.01	0.006	0.029	0.05
M766c	2.53	0.47	0.38	3.88	10.01	5.1	5.07	-	9.11	-	-	0.01	0.006	0.029	0.05
M769a	2.97	0.47	0.35	3.94	10.19	5.2	9.12	-	9.17	-	-	0.01	0.005	0.011	0.039
M769b	3.12	0.47	0.35	3.94	10.19	5.2	9.12	-	9.17	-	-	0.01	0.005	0.011	0.039
E1a	2.24	0.42	0.50	3.96	12.15	6.75	5.04	2.59	5.99	-	-	0.01	0.004	0.009	0.041
E1b	2.39	0.42	0.50	3.96	12.15	6.75	5.04	2.59	5.99	-	-	0.01	0.004	0.009	0.041
E2a	1.80	0.42	0.51	4.04	6.11	9.86	3.07	1.97	11.96	-	0.52	0.01	0.006	0.009	0.021
E2b	1.95	0.42	0.51	4.04	6.11	9.86	3.07	1.97	11.96	-	0.52	0.01	0.006	0.009	0.021
E3a	2.19	0.42	0.51	3.98	4.96	10.10	4.90	2.53	7.83	-	-	0.01	0.005	0.008	0.042
E3b	2.34	0.42	0.51	3.98	4.96	10.10	4.90	2.53	7.83	-	-	0.01	0.005	0.008	0.042
E4a	2.34	0.42	0.50	4.00	5.00	10.22	4.01	2.45	7.85	0.51	0.71	0.01	0.005	0.009	0.044
E4b	2.39	0.42	0.50	4.00	5.00	10.22	4.01	2.45	7.85	0.51	0.71	0.01	0.005	0.009	0.044
E6a	3.04	0.58	0.67	4.00	10.04	6.00	9.98	-	17.81	-	-	0.01	0.011	0.01	0.035
E6b	3.54	0.58	0.67	4.00	10.04	6.00	9.98	-	17.81	-	-	0.01	0.011	0.01	0.035
E7	2.46	0.56	0.56	4.04	9.06	10.11	4.47	2.50	14.69	-	-	0.01	0.013	0.008	0.017
A1a	2.66	0.56	0.56	4.04	9.06	10.11	4.47	2.50	14.69	-	-	0.01	0.013	0.008	0.017
A1b	2.96	0.56	0.56	4.04	9.06	10.11	4.47	2.50	14.69	-	-	0.01	0.013	0.008	0.017
A1c	3.02	0.44	0.44	4.41	10.99	10.2	5.22	3.08	14.96	-	-	0.016	0.014	0.01	0.021
A1d	3.27	0.44	0.44	4.41	10.99	10.2	5.22	3.08	14.96	-	-	0.016	0.014	0.01	0.021
A2a	2.44	0.58	0.54	3.90	10.05	7.59	5.31	-	13.97	-	-	0.01	0.011	0.009	0.017
A2b	2.59	0.58	0.54	3.90	10.05	7.59	5.31	-	13.97	-	-	0.01	0.011	0.009	0.017
A2c	2.74	0.58	0.54	3.90	10.05	7.59	5.31	-	13.97	-	-	0.01	0.011	0.009	0.017
A2d	2.82	0.43	0.42	3.98	10.43	7.44	6.35	-	14.15	-	-	0.008	0.012	0.011	0.024
A2e	3.07	0.43	0.42	3.98	10.43	7.44	6.35	-	14.15	-	-	0.008	0.012	0.011	0.024
A3a	3.37	0.47	0.35	3.94	10.19	5.2	9.12	-	9.17	-	-	0.01	0.005	0.011	0.039
A3b	3.47	0.47	0.35	3.94	10.19	5.2	9.12	-	9.17	-	-	0.01	0.005	0.011	0.039
A3c	3.57	0.47	0.35	3.94	10.19	5.2	9.12	-	9.17	-	-	0.01	0.005	0.011	0.039

【0010】テストのための製品は、表2に示す成分を有し、通常の粉末冶金手法により作られる。通常の粉末冶金手法は、チッ素ガス噴霧法によりブレアロイ粉（噴霧合金粉）を作り、これをホットアイソレーティング法（熱間静水圧成形）により高密度に圧縮させるものを含む。表2に示すサンプルは、オイルで焼入れし、かつ表3に示した温度で、各2時間毎を4回焼もどしをしオーステナイト化させた。サンプルはこれらの温度での焼もどし後硬度を測定した。耐摩耗性は、ピン摩耗テストお

よびクロスシリンダテストにより、表4に報告した如く決められた。曲げ破壊強度とシャルピーC-ノッチ衝撃じん性強度は、表4に示した焼もどし温度と硬化温度を使用する熱処理後、サンプルの長手方向と横方向で決定された。

【0011】

【表3】

超高硬度分野の合金の焼もどし応答性								
合金	焼もどし応答性* - Rc 硬度							
	オーステナイト°F	950°F	1000°F	1025°F	1050°F	1100°F	1150°F	1200°F
Rex 76	2200	66.9	68.9	-	66.5	65.9	-	57.0
Rex 23	2250	67.6	67.8	-	66.1	64.4	-	55.7
M25a	2225	68.4	68.6	-	66.7	65.2	-	56.6
M25b	2225	67.4	68.4	-	67.8	65.7	-	57.2
M2511a	2250	69.1	68.8	68.1	-	-	63.2	-
M2511b	2250	66.7	69.2	69.7	-	-	66.4	-
M2511c	2225	65.7	68.6	69.2	-	-	66.6	-
M2511d	2225	64.2	67.5	68.7	-	-	65.3	-
M766a	2200	70.0	70.2	-	68.7	66.8	-	57.1
M766b	2200	69.7	70.1	-	69.2	67.5	-	58.2
M766c	2175	69.3	69.8	-	-	-	-	-
M769a	2200	70.2	69.8	-	67.8	66.4	-	56.2
M769b	2175	70.2	70.0	-	-	-	-	-
E1a	2200	69.3	68.2	-	67.2	62.2	-	52.4
E1b	2200	69.3	69.4	-	67.4	62.9	-	55.8
E2b	2200	70.4	69.8	-	68.1	63.9	-	55.6
E3a	2200	66.9	67.5	-	65.4	61.4	-	53.9
E3b	2200	69.2	68.2	-	66.4	64.9	-	53.9
E4a	2200	69.1	68.9	-	67.5	62.2	-	54.9
E4b	2200	69.0	69.9	-	67.2	63.9	-	55.0
E6a	2225	70.1	68.9	-	67.8	66.1	-	60.6
E6b	2225	71.7	70.7	-	69.5	67.1	-	59.3
E7	2225	72.2	70.3	-	70.4	67.6	-	57.5
A1a	2240	71.7	72.3	-	70.8	68.9	-	62.5
A1b	2225	68.9	71.3	-	71.1	70.0	-	63.8
A1c	2200	70.3	72.6	-	72.2	70.9	-	63.1
A1d	2200	70	72.3	-	72.5	70.9	-	63.8
A2a	2225	71.8	71.0	-	70.8	68.5	-	60.9
A2b	2200	69.5	71.4	-	71.0	68.8	-	60.3
A2c	2200	67.5	70.9	-	70.6	68.8	-	60.3
A2d	2200	69.2	71.5	-	70.8	69.9	-	62.3
A2e	2200	69.4	71.4	-	71.4	69.3	-	62.6
A3a	2240	67.7	71.2	-	69.6	68.5	-	62.5
A3b	2240	66.2	69.2	-	70.2	68.9	-	62.5
A3c	2240	68.7	70.2	-	70.0	68.1	-	62.6
* 決められた温度で2時間を4回くりかえす焼きもどし後の硬度								

【0012】

【表4】

超高硬度分野の選択された合金のシャルピーC-ノッチ衝撃エネルギー、曲げ破壊強度、耐摩耗性							
合金	熱処理 オーステナイト/温度 (°F/°F)	C-ノッチエネルギー (ft. lbs.)		曲げ破壊強度 (ksi)		ピン摩耗 (mg)	クロスシリンダ 10 <sup>10</sup> psi
		長手方向	横方向	長手方向	横方向		
REX 76	2175/1025	11	6.5	576	390	38.3	42
REX 25	2250/1025	9.5		531			
E6a	2250/1025	4.7	3.7	360	300		
E6b	2240/1025	2.7	2.2	253	228	9.3	104
E7	2225/1025	3.8	3.5	321	154	15	71
A1c	2200/1025	1.7	1.6	196	158.0	2.2	73
A2a	2200/1025	2.6	2.6	294	218	4.9	77
A2d	2200/1025	2.0	1.7	219	163	2.9	81
A3a	2225/1025	3.8	3.3	292	231	2.1	102

【0013】合金A1a-A1d, A2a-A2c, A3a-A3cは、本発明による複合金である。本発明によるA1, A2とA3の一連の合金は、表3に記した焼もどし応答性のデータおよび図1にグラフで示したデータから明らかな如く、既存の市販品の合金に対して1200°F迄の焼もどし温度で優れた硬度を示した。同様に、表4に示した如く、本発明によるサンプルA1c, A2a, A2dとA3aは、ピン摩耗とクロスシリンダテストによりわかる如く優れた耐摩耗性を示した。これらの本発明の合金の内、合金A1は焼もどし応答性と耐\*

\*摩耗性の最良の組合せを示した。合金A2は1200°Fでの焼もどし後わずかに低い硬さを示したが、合金A1より多少改良されたじん性と曲げ破壊強度を示した。表4と図1に示される如く、本発明の合金の全ては既存の合金よりも優れた焼もどし応答性、じん性および耐摩耗性の改良された組合せを示した。

【0014】

【表5】

CPMReX76と新しい合金の熱間硬度								
合金	テスト温度 (°F)							
	75	950	1000	1050	1100	1150	1200	1300
REX 76	67.5	60	59.5	59	58	52.5	46.5	-
A1c	73.5	-	64.5	-	63	-	57.5	39
A2d	72	-	63	-	60	-	56	38.6
A2e	72	-	62.5	-	60	-	56	39
A3a	71.5	-	61	-	58.5	-	53	33.5

【0015】表5と図2は既存の市販合金のReX76と比較しての本発明の合金A1c, A2d, A2cとA3aの高温即ち熱間硬度値を示す。このデータから明らかな如く、本発明による合金の全てが、既存の市販合金に比し、1300°F迄の高温で改良された硬さを示した。本明細書に述べた全ての成分は、特に別の表示がない限り、重量%で示す。

【図面の簡単な説明】

【図1】従来の粉末冶金により作られた合金と比較しての本発明の合金の焼もどし応答性を示すグラフ図である。

【図2】従来の粉末冶金により作られた合金と比較しての本発明の合金の高温硬度を示すグラフ図である。